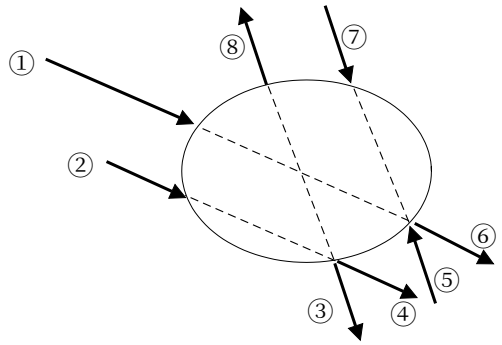
정 역 학 2009년 시험1 (가반) [20점] 2009. 9. 29.

1.[6점] 다음 물음에 답하라.

(a) '정역학(statics)'이란 무엇이고, 동역학(dynamics)과의 차이점과 고체역학(solid mechanics)과의 차이점은 각각 무엇인지 서술형으로 답하라.

(b) 다음과 같이 강체에 작용하는 여러 힘 중에서 평형상태나 운동상태에 같은 효과를 주는 두 힘은 어느 것들인가? (,)

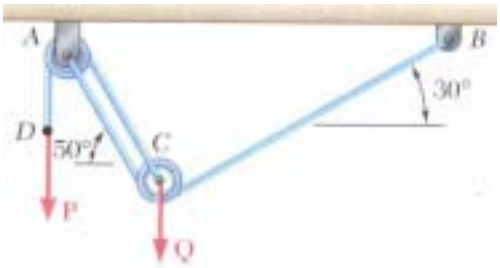


(c) 서양의 길이 단위에 다음과 같은 관계가 있다.

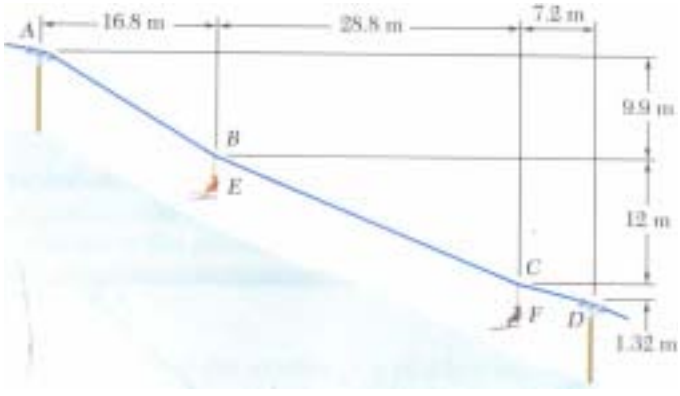
1 ft = 0.3048 m, 1 mile = 5280 ft

속력 60 mph(miles per hour)는 몇 km/h인가?

2.[2점] Draw a free-body diagram of pulley *C* of the problem shown below.



3.[4점] 스키 리프트가 그림의 위치에서 멈추었다. *B* 위치에서 스키어와 의자의 무게의 합이 1290 N이다.

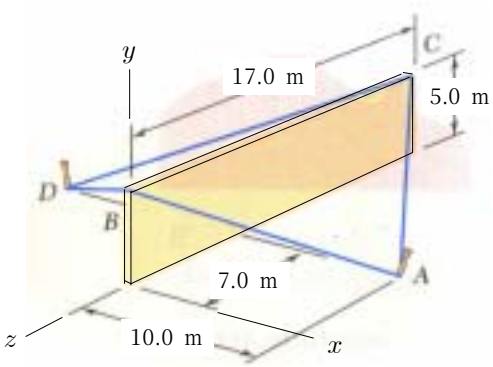


줄 *BC*의 장력의 크기를 다음의 방법으로 구하라.

(a) 직각성분(rectangular components)

(b) 힘 삼각형(force triangle)

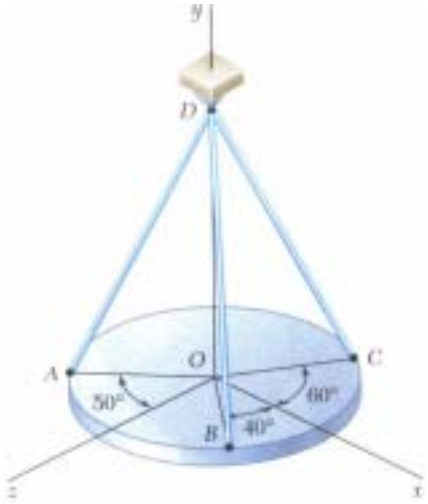
4.[4점] 담의 일부가 그림과 같이 줄에 의해 임시로 고정되어 있다. 줄 *AB*의 장력이 1260 N이고 줄 *AC*의 장력이 1800 N이다.



(a) 줄 *AB*와 줄 *AC*가 기둥 *A*에 작용하는 힘을 각각 직각성분으로 표현하라.

(b) 줄 *AB*와 줄 *AC*가 기둥 *A*에 작용하는 힘의 합력의 크기와 방향을 구하라.

5.[4점] 수평 원판이 그림과 같이 세 줄로 매달려 있고, 세 줄은 각각 수직 축과 30° 각을 이루고 있다.



(a) 줄 *AD*에 의해 점 *A*에 작용하는 힘의 방향을 나타내기 위한 단위벡터를 구하라.

(b) 각 줄의 장력의 크기가 T_{AD} = 30.5 N, T_{BD} = 10.6 N, T_{CD} = 30.5 N 임을 알 때, 원판의 무게를 구하라.

정 답

1. (b) ②, ④ (c) 96.6 km/h
3. T_{BC} = 8100 N
4. (a) $\mathbf{F}_{AB}$ = (-955 N)**i** +(478 N)**j** + (669 N)**k**
   $\mathbf{F}_{AC}$ = (-1200 N)**i** +(600 N)**j** +(-1200 N)**k**
   (b) R = 2470 N,
   θ_x = 150.9°, θ_y = 64.1°, θ_z = 102.4°
5. (a) $\boldsymbol{\lambda}_{AD}$ = 0.383 **i** + 0.866 **j** - 0.321 **k**
   (b) W = 62.0 N

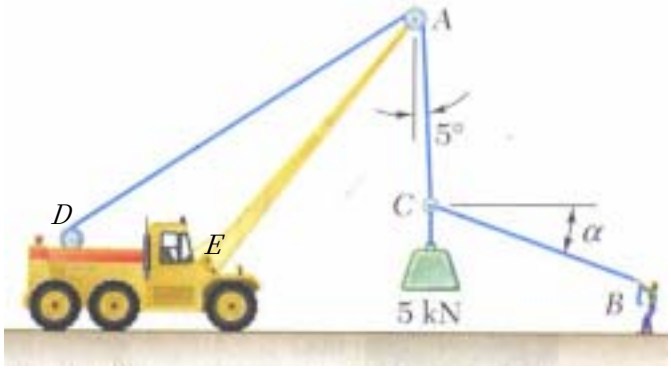
정 역 학 2009년 시험1 (나반) [20점] 2009. 9. 30.

1.[6점] 다음 물음에 답하라.
(a) '공학(engineering)'이란 무엇인지를 목적, 정의, 방법, 내용 등으로 구분하여 서술형으로 설명하라.

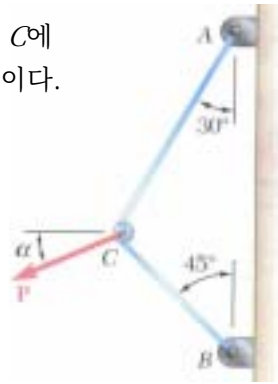
(b) 평형(equilibrium)이란 작용하는 모든 힘의 합력이 0인 상태이다. 물체(질점 또는 강체)에 두 힘이 작용할 때, 평형상태이기 위해 필요한 조건을 제시하라.
질점의 경우 :
강체의 경우 :

(c) 서양의 힘 단위에 다음과 같은 관계가 있다.
1 lb = 0.4536 kgf, 중력가속도 g = 32.2 ft/s^2
무게 180 N은 몇 lb인가?

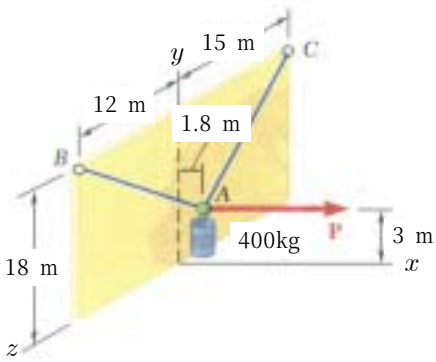
2.[2점] Draw a free-body diagram of point A of the problem shown below if the boom AE exerts on pulley A a force directed along the boom.



3.[4점] 그림과 같이 작은 바퀴 C에 가해지는 힘 **P**의 크기가 341 N이다. 줄의 장력의 크기와 각도 α를 다음의 방법으로 구하라.
(a) 직각성분 (rectangular components)
(b) 힘 삼각형(force triangle)

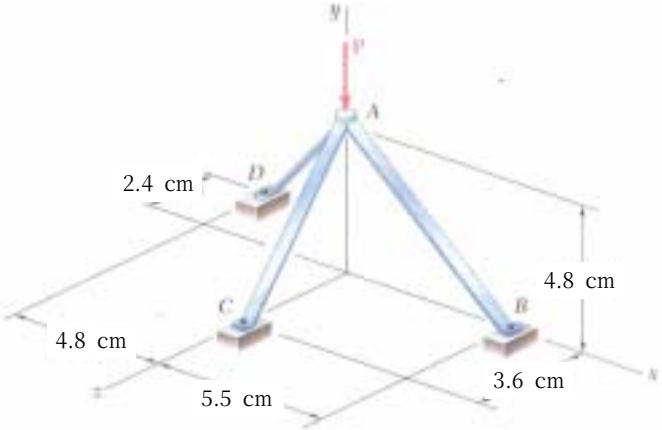


4.[4점] 400 kg인 물체가 두 줄 AB와 AC에 의해 매달려 있고, 수평방향 힘 **P**가 벽에 수직으로 물체를 끌어당기고 있다. 줄 AB의 장력 크기는 2804 N이고 줄 AC의 장력 크기는 2476 N이다.



(a) 줄 AB와 줄 AC가 A 지점에 작용하는 힘을 각각 직각성분으로 표현하라.
(b) 줄 AB와 줄 AC가 A 지점에 작용하는 힘의 합력의 크기와 방향을 구하라.

5.[4점] 그림과 같이 지지대 조립체가 B, C 및 D에서 볼트로 체결되어 있으며, A에서 아랫방향의 힘 **P**를 지지하고 있다. 부재 AB, AC 및 AD의 힘들은 각각의 부재 방향으로 향한다.



(a) 부재 AD에 의해 점 A에 작용하는 힘의 방향여현(direction cosine)을 구하라.
(b) 부재 AB의 힘이 47.0 N, 부재 AC의 힘이 29.5 N, 부재 AD의 힘이 53.2 N임을 알 때, 힘 **P**의 크기를 구하라.

정 답

1. (c) 40.5 lb
3. T = 280 N, α = 7.5°
4. (a) $\mathbf{F}_{AB}$ = (-261 N)**i** + (2180 N)**j** + (1744 N)**k**
   $\mathbf{F}_{AC}$ = (-209 N)**i** +(1744 N)**j** + (-1744 N)**k**
   (b) R = 3950 N,
   θ_x = 96.8°, θ_y = 6.45°, θ_z = 90°
5. (a) $\cos\theta_x = \cos\theta_y$ = 0.667, $\cos\theta_z$ = 0.333
   (b) 90.0 N

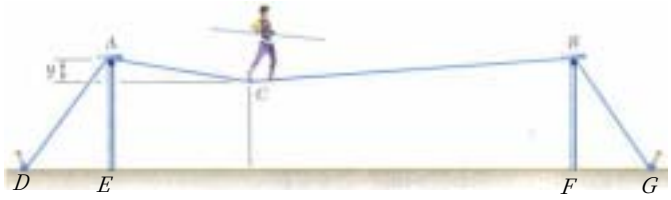
정 역 학 2009년 시험1 (다반) [20점] 2009. 9. 29.

1.[6점] 다음 물음에 답하라.
(a) '역학(mechanis)'란 무엇이고, '기계공학'과의 관련성은 무엇인지 서술형으로 설명하라.

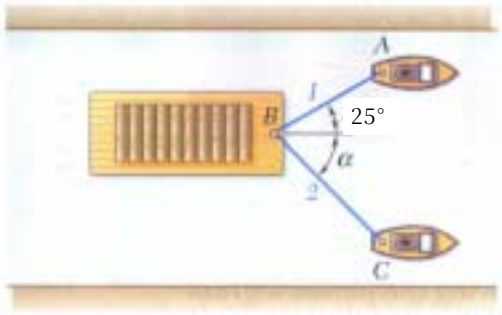
(b) 질점(particle)이 평형(equilibrium)상태일 때, 뉴튼의 운동 제1법칙(관성의 법칙)을 정역학(statics) 관점과 동역학(dynamics) 관점에서 각각 설명하라.
정역학 관점 :
동역학 관점 :

(c) 서양의 힘 단위에 다음과 같은 관계가 있다.
1 lb = 0.4536 kgf, 중력가속도 g = 32.2 ft/s^2
무게 45 lb는 몇 N인가?

2.[2점] Draw a free-body diagram of point A of the problem shown below if the pole AE exerts on point A a force directed along the pole.

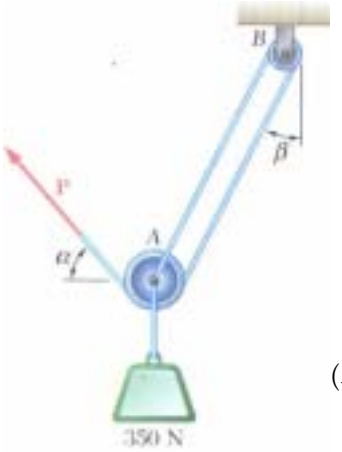


3.[4점] 바지(barge)선이 두 척의 예인선(tugboat)에 의해 이끌리고 있다. 예인선에 의해 B 지점에 작용하는 힘들의 합력이 바지선 축방향으로 7500 N이다.



(a) 각도 α가 40°일 때, 줄 1에 의해 A 지점에 작용하는 힘과 줄 2에 의해 B 지점에 작용하는 힘 벡터를 각각 구하라.
(b) 줄 2에 걸리는 장력의 크기가 최소가 되기 위한 각도 α를 구하고, 이 때 두 줄에 작용하는 장력의 크기를 각각 구하라.

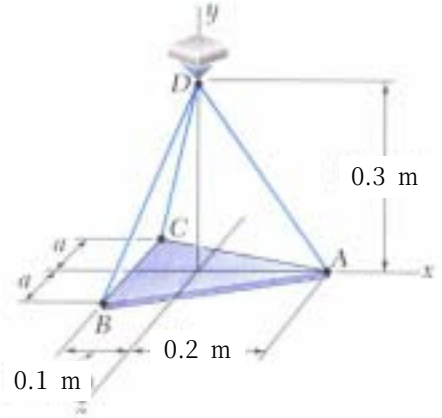
4.[4점] 무게가 350 N인 추가 그림과 같이 도르래 A에 매달려 평형 상태를 유지하고 있다. 각도 β가 25°이고, 힘 **P**는 각도 α 만큼 위로 향하고 있다.



(도르래 무게 무시)

힘 **P**의 크기를 다음의 방법으로 구하라.
(a) 직각성분(rectangular components)
(b) 힘 삼각형(force triangle)

5.[4점] 수평 삼각판이 그림과 같이 세 줄로 매달려 있고, 치수 a는 0.075 m이다.



(a) 줄 BD에 의해 점 B에 작용하는 힘의 방향여현(direction cosine)을 구하라.
(b) 줄 AD의 힘이 31.5 N, 줄 BD와 줄 CD의 힘이 각각 28.4 N임을 알 때, 삼각판의 무게를 구하라.

정 답

1. (c) 200 N
3. (a) $\mathbf{F}_1$ = 5320 N ↙ 25°, $\mathbf{F}_2$ = 3500 N ↘40°
   (b) α = 65°, T_1 = 6800 N, T_2 = 3170 N
4. 149.1 N
5. (a) $\cos\theta_x$ = 0.308, $\cos\theta_y$ = 0.923,
   $\cos\theta_z$ = -0.231
   (b) 78.6 N

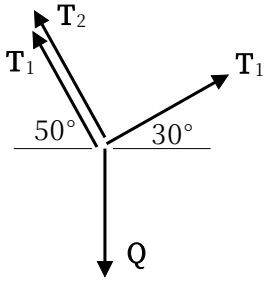
정 역 학　　2009년 시험1 (가반) 해 답

1. (a) 정역학이란 정지하고 있는 물체에 작용하는 힘의 평형을 다루는 학문임.
동역학과의 차이점은 운동을 다루지 않는 것이고,
고체역학과의 차이점은 물체의 변형을 다루지 않는 것임.

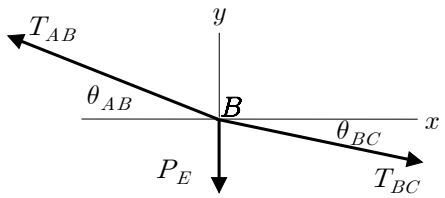
(b) 전달성의 원리 ②, ④

(c) 60 mph = 60 miles/hour $\times \frac{5280\ \text{ft}}{1\ \text{mile}} \times \frac{0.3048\ \text{m}}{1\ \text{ft}}$ = 96560 m/h = 96.6 km/h

2. 자유물체도



3 (a) B에서 자유물체도　　P_E = 1290 N



$\theta_{AB} = \tan^{-1}\frac{9.9}{16.8} = 30.51°$

$\theta_{BC} = \tan^{-1}\frac{12}{28.8} = 22.62°$

$\Sigma F_x = 0$; $T_{BC}\cos\theta_{BC} - T_{AB}\cos\theta_{AB} = 0$ … ①

$\Sigma F_y = 0$; $-T_{BC}\sin\theta_{BC} + T_{AB}\sin\theta_{AB} - P_E = 0$ … ②

① × $\sin\theta_{AB}$ + ② × $\cos\theta_{AB}$

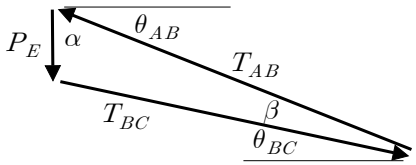
⇒ $T_{BC}(\sin\theta_{AB}\cos\theta_{BC} - \cos\theta_{AB}\sin\theta_{BC}) - P_E\cos\theta_{AB} = 0$

⇒ $T_{BC} = P_E \frac{\cos\theta_{AB}}{\sin\theta_{AB}\cos\theta_{BC} - \cos\theta_{AB}\sin\theta_{BC}}$

$= (1290\ \text{N}) \frac{\cos 30.51^\circ}{\sin 30.51^\circ \cos 22.62^\circ - \cos 30.51^\circ \sin 22.62^\circ} = 8096\ \text{N}$

⇒ T_{BC} = 8100 N

(b) 힘 삼각형



$\alpha = 90° - \theta_{AB} = 90° - 30.51° = 59.49°$

$\beta = \theta_{AB} - \theta_{BC} = 30.51° - 22.62° = 7.89°$

$\frac{\sin\alpha}{T_{BC}} = \frac{\sin\beta}{P_E}$ ⇒ $T_{BC} = P_E \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = (1290\ \text{N}) \frac{\sin 59.49^\circ}{\sin 7.89^\circ} = 8096\ \text{N}$

⇒ T_{BC} = 8100 N

4. (a) T_{AB} = 1260 N, T_{AC} = 1800 N

$d_{AB} = \sqrt{(-10.0\text{ m})^2 + (5.0\text{ m})^2 + (7.0\text{ m})^2} = 13.191$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{AB} = \frac{1}{13.19\text{ m}}$[(-10.0 m) **i** + (5.0 m) **j** + (7.0 m) **k**] = -0.758 **i** +0.379 **j** + 0.531 **k**

$\mathbf{F}_{AB} = T_{AB}\,\boldsymbol{\lambda}_{AB}$ = (1260 N) (-0.758 **i** +0.379 **j** + 0.531 **k**)

= (-955 N) **i** +(478 N) **j** + (669 N) **k**

$d_{AC} = \sqrt{(-10.0\text{ m})^2 + (5.0\text{ m})^2 + (-10.0\text{ m})^2} = 15.0$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{AC} = \frac{1}{15.0\text{ m}}$[(-10.0 m) **i** +(5.0 m) **j** + (-10.0 m) **k**] = -0.667 **i** + 0.333 **j** - 0.667 **k**

$\mathbf{F}_{AC} = T_{AC}\,\boldsymbol{\lambda}_{AC}$ = (1800 N) (-0.667 **i** + 0.333 **j** - 0.667 **k**)

= (-1200 N) **i** +(600 N) **j** + (-1200 N) **k**

(b) **R** = $\mathbf{F}_{AB}$ + $\mathbf{F}_{AC}$

= [(-955 N) **i** +(478 N) **j** + (669 N) **k**] + [(-1200 N) **i** +(600 N) **j** + (-1200 N) **k**]

= (-2155 N) **i** +(1078 N) **j** + (-531 N) **k**

크기 $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{(-2155\text{ N})^2 + (1078\text{ N})^2 + (-531\text{ N})^2} = 2467$ N

R = 2470 N

방향 $\theta_x = \cos^{-1}\frac{R_x}{R} = \cos^{-1}\frac{-2155\text{ N}}{2467\text{ N}} = \cos^{-1}(-0.8735) = 150.9°$

$\theta_y = \cos^{-1}\frac{R_y}{R} = \cos^{-1}\frac{1078\text{ N}}{2467\text{ N}} = \cos^{-1}(0.4370) = 64.1°$

$\theta_z = \cos^{-1}\frac{R_z}{R} = \cos^{-1}\frac{-531\text{ N}}{2467\text{ N}} = \cos^{-1}(-0.2152) = 102.4°$

5. (a) $(T_{AD})_y = T_{AD}\cos30°$, $(T_{AD})_h = T_{AD}\sin30°$

$(T_{AD})_x = (T_{AD})_h \sin50°$, $(T_{AD})_z = -(T_{AD})_h \cos50°$

$\mathbf{T}_{AD} = (T_{AD})_y$ **j** + $(T_{AD})_x$ **i** + $(T_{AD})_z$ **k**

= T_{AD} [cos30° **j** + sin30° (sin50° **i** - cos50° **k**)]

$\boldsymbol{\lambda}_{AD}$ = cos30° **j** + sin30° sin50° **i** - sin30° cos50° **k** = 0.383 **i** + 0.866 **j** - 0.321 **k**

(b) $(T_{BD})_y = T_{BD}\cos30°$, $(T_{CD})_y = T_{CD}\cos30°$

$\Sigma F_y = 0$; $(T_{AD})_y + (T_{BD})_y + (T_{CD})_y + (-W) = 0$

$\Rightarrow$ $W = (T_{AD})_y + (T_{BD})_y + (T_{CD})_y$

$= (T_{AD} + T_{BD} + T_{CD})\cos30°$

= [(30.5 N) + (10.6 N) + (30.5 N)] cos30° = 62.0 N

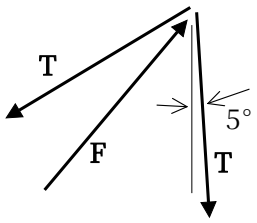
정 역 학　　2009년 시험1 (나반) 해 답

1. (a) 공학의 목적은 과학의 원리를 이용하여 인간의 생활에 도움이 되도록 함.
공학의 방법은 과학에 의한 설계[design] 및 생산[production]과 장치운용을 다룸.
공학의 정의는 자연, 인간, 사회 등 제반대상과 주변환경이 복합적으로 작용하여 만들어낸 문제에 대해 합리적이고 경제적인 해결방법을 탐구하는 학문 및 그 실현 기술임
공학의 내용은 제품, 생산기계, 동력원, 전기전자장치, 도로/배관, 공정, 소재, 장치의 적절한 작동 및 유지 등임.

(b) 질점 : 두 힘의 크기가 같고, 방향이 반대
강체 : 두 힘의 크기가 같고, 같은 작용선에 있으며, 방향이 반대

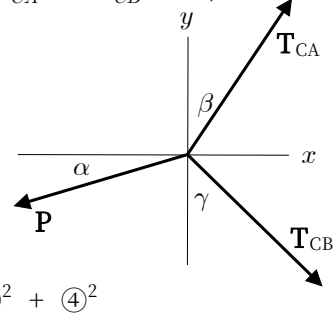
(c) $180\ \text{N} = 180\ \text{kg·m/s}^2 \times \dfrac{(1\ \text{lb})}{(0.4536\ \text{kg}) \times (9.807\ \text{m/s}^2)} = 40.5\ \text{lb}$

2. 자유물체도



3. $T_{CA} = T_{CB} = T$, $P = 341$ N, $\beta = 30°$, $\gamma = 45°$

(a)



$$\Sigma F_x = T_{CA}\sin\beta + T_{CB}\sin\gamma - P\cos\alpha = 0 \quad \cdots ①$$
$$\Sigma F_y = T_{CA}\cos\beta - T_{CB}\cos\gamma - P\sin\alpha = 0 \quad \cdots ②$$

$$① \Rightarrow \quad T(\sin\beta + \sin\gamma) = P\cos\alpha \quad \cdots ③$$
$$② \Rightarrow \quad T(\cos\beta - \cos\gamma) = P\sin\alpha \quad \cdots ④$$

$③^2 + ④^2$

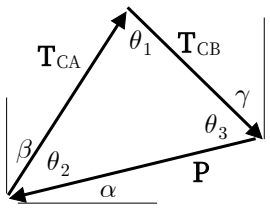
$$T^2\left[(\sin\beta + \sin\gamma)^2 + (\cos\beta - \cos\gamma)^2\right] = P^2$$

$$\Rightarrow \quad T^2 = \frac{P^2}{(\sin\beta+\sin\gamma)^2 + (\cos\beta-\cos\gamma)^2} = \frac{(341\ \text{N})^2}{(\sin30^\circ+\sin45^\circ)^2 + (\cos30^\circ-\cos45^\circ)^2}$$
$$= 78443\ \text{N}^2 \qquad \Rightarrow \qquad T = 280\ \text{N}$$

$$④ \div ③ \quad \tan\alpha = \frac{\cos\beta-\cos\gamma}{\sin\beta+\sin\gamma} = \frac{\cos30^\circ-\cos45^\circ}{\sin30^\circ+\sin45^\circ} = 0.13165$$

$$\Rightarrow \quad \alpha = \tan^{-1}(0.13165) = 7.5°$$

(b) 힘 삼각형



$$\theta_1 = \beta + \gamma = 30° + 45° = 75°$$

$$P^2 = T_{CA}^2 + T_{CB}^2 - 2\,T_{CA}\,T_{CB}\cos\theta_1$$
$$= T^2 + T^2 - 2\,T^2\cos\theta_1 = T^2(2 - 2\cos\theta_1)$$

$$T^2 = \frac{P^2}{2(1-\cos\theta_1)} = \frac{(341\ \text{N})^2}{2(1-\cos75^\circ)} = 78443\ \text{N}^2 \quad \Rightarrow \quad T = 280\ \text{N}$$

$$\theta_2 = \theta_3 = \frac{1}{2}(180° - \theta_1) = \frac{1}{2}(180° - 75°) = 52.5°$$

$$\alpha = 90° - (\beta + \theta_2) = 90° - (30° + 52.5°) = 7.5°$$

4. T_{AB} = 2804 N, T_{AC} = 2476 N, m_A = 400 kg

(a) $d_{AB} = \sqrt{(-1.8\text{ m})^2 + (15\text{ m})^2 + (12\text{ m})^2} = 19.294$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{AB} = \frac{1}{19.294\text{ m}}[(-1.8\text{ m})\,\mathbf{i} + (15\text{ m})\,\mathbf{j} + (12\text{ m})\,\mathbf{k}] = -0.0933\,\mathbf{i} + 0.7774\,\mathbf{j} + 0.6220\,\mathbf{k}$

$\mathbf{F}_{AB} = T_{AB}\,\boldsymbol{\lambda}_{AB} = (2804\text{ N})(-0.0933\,\mathbf{i} + 0.7774\,\mathbf{j} + 0.6220\,\mathbf{k})$

$= (-261\text{ N})\,\mathbf{i} + (2180\text{ N})\,\mathbf{j} + (1744\text{ N})\,\mathbf{k}$

$d_{AC} = \sqrt{(-1.8\text{ m})^2 + (15\text{ m})^2 + (-15\text{ m})^2} = 21.29$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{AC} = \frac{1}{21.29\text{ m}}[(-1.8\text{ m})\,\mathbf{i} + (15\text{ m})\,\mathbf{j} + (-15\text{ m})\,\mathbf{k}] = -0.08455\,\mathbf{i} + 0.7046\,\mathbf{j} - 0.7046\,\mathbf{k}$

$\mathbf{F}_{AC} = T_{AC}\,\boldsymbol{\lambda}_{AC} = (2476\text{ N})(-0.08455\,\mathbf{i} + 0.7046\,\mathbf{j} - 0.7046\,\mathbf{k})$

$= (-209\text{ N})\,\mathbf{i} + (1744\text{ N})\,\mathbf{j} + (-1744\text{ N})\,\mathbf{k}$

(b) $\mathbf{W} = -(400\text{ kg})(9.806\text{ m/s}^2)\,\mathbf{j} = -3922\text{ N}\,\mathbf{j}$

$\mathbf{R} = \mathbf{F}_{AB} + \mathbf{F}_{AC}$

$= [(-261\text{ N})\,\mathbf{i} + (2180\text{ N})\,\mathbf{j} + (1744\text{ N})\,\mathbf{k}] + [(-209\text{ N})\,\mathbf{i} + (1745\text{ N})\,\mathbf{j} + (-1745\text{ N})\,\mathbf{k}]$

$= (-470\text{ N})\,\mathbf{i} + (3925\text{ N})\,\mathbf{j}$

크기 $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{(-470\text{ N})^2 + (3925\text{ N})^2 + (0)^2} = 3953$ N

$R = 3950$ N

방향 $\theta_x = \cos^{-1}\frac{R_x}{R} = \cos^{-1}\frac{-470\text{ N}}{3953\text{ N}} = \cos^{-1}(-0.1189) = 96.8°$

$\theta_y = \cos^{-1}\frac{R_y}{R} = \cos^{-1}\frac{3925\text{ N}}{3950\text{ N}} = \cos^{-1}(0.9937) = 6.45°$

$\theta_z = \cos^{-1}\frac{R_z}{R} = \cos^{-1}(0) = 90°$

5. (a) $d_{DA} = \sqrt{(4.8\text{ cm})^2 + (4.8\text{ cm})^2 + (2.4\text{ cm})^2} = 7.2$ cm

$\boldsymbol{\lambda}_{DA} = \frac{1}{7.2\text{ cm}}[(4.8\text{ cm})\mathbf{i} + (4.8\text{ cm})\mathbf{j} + (2.4\text{ cm})\mathbf{k}]$

$= 0.66667\,\mathbf{i} + 0.66667\,\mathbf{j} + 0.33333\,\mathbf{k} = \cos\theta_x\,\mathbf{i} + \cos\theta_y\,\mathbf{j} + \cos\theta_z\,\mathbf{k}$

$\cos\theta_x = \cos\theta_y = 0.667, \quad \cos\theta_z = 0.333$

$(\theta_x = \theta_y = \cos^{-1}(0.66667) = 48.2°, \quad \theta_z = \cos^{-1}(0.33333) = 70.5°)$

(b) $F_{BA} = 47.0$ N, $F_{CA} = 29.5$ N, $F_{DA} = 53.2$ N

$d_{BA} = \sqrt{(-5.5\text{ cm})^2 + (4.8\text{ cm})^2 + (0)^2} = 7.3$ cm

$(F_{BA})_y = F_{BA}\frac{(d_{BA})_y}{d_{BA}} = (47.0\text{ N})\frac{4.8\text{ cm}}{7.3\text{ cm}} = 30.9$ N

$d_{CA} = \sqrt{(0)^2 + (4.8\text{ cm})^2 + (-3.6\text{ cm})^2} = 6.0$ cm

$(F_{CA})_y = F_{CA}\frac{(d_{CA})_y}{d_{CA}} = (29.5\text{ N})\frac{4.8\text{ cm}}{6.0\text{ cm}} = 23.6$ N

$(F_{DA})_y = F_{DA}\frac{(d_{DA})_y}{d_{DA}} = (53.2\text{ N})(0.66667) = 35.5$ N

$\Sigma F_y = 0$; $(F_{BA})_y + (F_{CA})_y + (F_{DA})_y + (-P) = 0$

$\Rightarrow \quad P = (F_{BA})_y + (F_{CA})_y + (F_{DA})_y = (30.9\text{ N}) + (23.6\text{ N}) + (35.5\text{ N}) = 90.0$ N

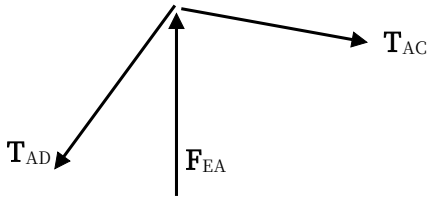
정 역 학　　2009년 시험1 (다반) 해 답

1. (a) 역학(mechanics)이란 힘이 작용하고 있는 물체의 정지상태 또는 운동상태를 묘사하고 예측하는 응용과학임.
공학(engineering)은 과학에 의한 설계 및 생산을 다루는데, 기계공학은 과학 중 특히 물리의 한 분야인 역학에 의한 설계 및 생산을 다루는 학문임.

(b) 정역학 : 질점에 작용하는 힘의 합력이 0인 경우(평형), 정지해 있던 질점은 정지상태를 유지함.
동역학 : 질점에 작용하는 힘의 합력이 0인 경우(평형), 운동하던 질점은 직선상을 일정한 속도로 운동함.

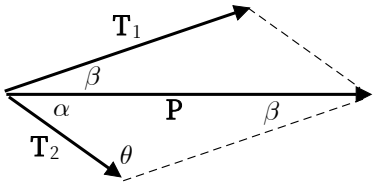
(c) $45\ \text{lb} = 45\ \text{lb} \times \dfrac{(0.4536\ \text{kg}) \times (9.807\ \text{m/s}^2)}{1\ \text{lb}} = 200\ \text{kg·m/s}^2 = 200\ \text{N}$

2. 자유물체도



3. $\beta = 25°$, $P = 7500\ \text{N}$

$$\frac{\sin\alpha}{T_1} = \frac{\sin\beta}{T_2} = \frac{\sin\theta}{P}$$



(a) $\alpha = 40°$

$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{T}_1$, $\mathbf{F}_2 = \mathbf{T}_2$

$\theta = 180° - (\alpha + \beta)$

$= 180° - (40° + 25°) = 115°$

$T_1 = P\dfrac{\sin\alpha}{\sin\theta} = (7500\ \text{N})\ \dfrac{\sin40^\circ}{\sin115^\circ} = 5319\ \text{N} \Rightarrow \quad \mathbf{F}_1 = 5320\ \text{N}\ \overline{\swarrow}\ 25°$

$T_2 = P\dfrac{\sin\beta}{\sin\theta} = (7500\ \text{N})\ \dfrac{\sin25^\circ}{\sin115^\circ} = 3497\ \text{N} \Rightarrow \quad \mathbf{F}_2 = 3500\ \text{N}\ \overline{\searrow}40°$

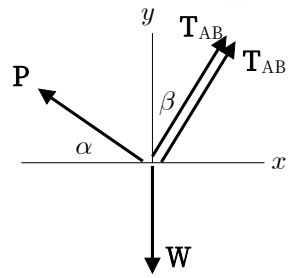
(b) $\theta = 90°$

$\alpha = 180° - (\theta + \beta) = 180° - (90° + 25°) = 65°$

$T_1 = P\ \sin\alpha = (7500\ \text{N})\ \sin65° = 6800\ \text{N}$

$T_2 = P\ \sin\beta = (7500\ \text{N})\ \sin25° = 3170\ \text{N}$

4. (a) $W = 350$ N, $T_{AB} = P$, $\beta = 25°$



$\Sigma F_x = 2\,T_{AB}\sin\beta - P\cos\alpha = 0$ … ①

$\Sigma F_y = 2\,T_{AB}\cos\beta + P\sin\alpha - W = 0$ … ②

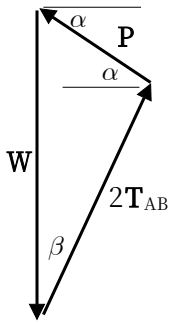
① ⇒ $P\,(2\sin\beta - \cos\alpha) = 0$ … ③

② ⇒ $P\,(2\cos\beta + \sin\alpha) = W$ … ④

③ ⇒ $\cos\alpha = 2\sin\beta = 2\sin25° = 0.8452$ ⇒ $\alpha = \cos^{-1}(0.8452) = 32.3°$

④ ⇒ $P = \dfrac{W}{2\cos\beta + \sin\alpha} = \dfrac{350\text{ N}}{2\cos25^\circ + \sin32.3^\circ} = 149.1$ N

(b) 힘 삼각형



$\dfrac{\sin\beta}{P} = \dfrac{\sin(90^\circ - \alpha)}{2\,T_{AB}}$

⇒ $\sin(90° - \alpha) = 2\sin\beta = 2\sin25° = 0.8452$

⇒ $90° - \alpha = \sin^{-1}(0.8452) = 57.7°$

⇒ $\alpha = 90° - 57.7° = 32.3°$

$\dfrac{\sin\beta}{P} = \dfrac{\sin(90^\circ - \beta + \alpha)}{W}$

⇒ $P = W\,\dfrac{\sin\beta}{\sin(90^\circ - \beta + \alpha)} = (350\text{ N})\,\dfrac{\sin25^\circ}{\sin(90^\circ - 25^\circ + 32.3^\circ)}$

$= 149.1$ N

5. $a = 0.075$ m

(a) $d_{BD} = \sqrt{(0.1\text{ m})^2 + (0.3\text{ m})^2 + (-0.075\text{ m})^2} = 0.325$ m

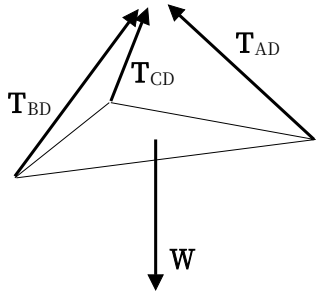
$\boldsymbol{\lambda}_{BD} = \dfrac{1}{0.325}(0.1\,\mathbf{i} + 0.3\,\mathbf{j} - 0.075\,\mathbf{k})$

$= 0.3077\,\mathbf{i} + 0.9231\,\mathbf{j} - 0.2308\,\mathbf{k}$

$\cos\theta_x = 0.308$ $(\theta_x = \cos^{-1}(0.3077) = 72.1°)$

$\cos\theta_y = 0.923$ $(\theta_y = \cos^{-1}(0.9231) = 22.6°)$

$\cos\theta_z = -0.231$ $(\theta_z = \cos^{-1}(-0.2308) = 103.3°)$



(b) $T_{AD} = 31.5$ N, $T_{BD} = T_{CD} = 28.4$ N

$d_{AD} = \sqrt{(-0.2\text{ m})^2 + (0.3\text{ m})^2 + 0} = 0.3606$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{AD} = \dfrac{1}{0.3606}(-0.2\,\mathbf{i} + 0.3\,\mathbf{j}) = -0.5547\,\mathbf{i} + 0.8321\,\mathbf{j}$

$(T_{AD})_y = T_{AD}\,(\lambda_{AD})_y = (31.5\text{ N})\,(0.8321) = 26.2$ N

$(T_{BD})_y = T_{BD}\,(\lambda_{BD})_y = (28.4\text{ N})\,(0.9231) = 26.2$ N

$d_{CD} = \sqrt{(0.1\text{ m})^2 + (0.3\text{ m})^2 + (0.075\text{ m})^2} = 0.325$ m

$\boldsymbol{\lambda}_{CD} = \dfrac{1}{0.325}(0.1\,\mathbf{i} + 0.3\,\mathbf{j} + 0.075\,\mathbf{k}) = 0.3077\,\mathbf{i} + 0.9231\,\mathbf{j} + 0.2308\,\mathbf{k}$

$(T_{CD})_y = T_{CD}\,(\lambda_{CD})_y = (28.4\text{ N})\,(0.9231) = 26.2$ N

$\Sigma F_y = 0$; $(T_{AD})_y + (T_{BD})_y + (T_{CD})_y + (-W) = 0$

⇒ $W = (T_{AD})_y + (T_{BD})_y + (T_{CD})_y = (26.2\text{ N}) + (26.2\text{ N}) + (26.2\text{ N}) = 78.6$ N